|1| Constituants de l'atome :

L'atome est constitué de : électrons ; noyau → { protons, neutrons }

électron :

- constitué des particules qui transportent de l'énergie
- Particules chargé négativement

$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ Kg $\qquad -e = -1,602 \cdot 10^{-19} C$

Proton : • particules chargé positivement

$m_p = 1,6724 \cdot 10^{-27}$ Kg $\qquad +e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$

Neutron : • particules neutres

$m_n = 1,674 \cdot 10^{-27}$ Kg $\qquad$ charge du Neutron est nulle

Volume du noyau : $\quad V_{noyau} = V_{atome}/1000$

Nom Atomique Z, Nombre de masse A, Isotope : $\quad {}^{A}_{Z}X$

nombre atomique : Le nombre de protons contenus dans le noyau

nombre de masse : Le nombre total de nucléons (protons + neutrons)

avec : $A = Z + N$ $\qquad$ N : nombre de neutrons.

Isotopes : des élements chimique qui possèdent le même Z mais masse A différente.

masse molaire atomique : $M = \frac{\sum a_i M_i}{100}$ $\qquad M_i = A$

avec : M_i : masse atomique de l'isotope i $\qquad M_{atome} = A$ g/mol

a_i : abondance relative de l'isotope i (%)

Energie de liaison du noyau $\quad \Delta E = \Delta m \cdot C^2$

avec : $\Delta m = Z m_p + (A-Z) m_n - m({}^{A}_{Z}X)$ ⇐ défaut de masse

et C : vitesse de la lumière dans le vide $= 3 \cdot 10^8\ m s^{-1}$

Energie de liaison par nucléon :

$E = \Delta E / A$ $\qquad$ A : Nombre de masse

Masse molaire : $\quad M_x = N \cdot m_x = N \cdot A \cdot m_p$ car $m_x = A \cdot m_n = A \cdot m_p$

$M_x = (N \cdot m_p) \cdot A$

Or : $N \cdot m_p = 6,023 \cdot 10^{23} \cdot 1,6724 \cdot 10^{-24} = 1$ g/mol

D'où $M_x = A$ gramme/mol

exosup.com $\qquad$ page facebook

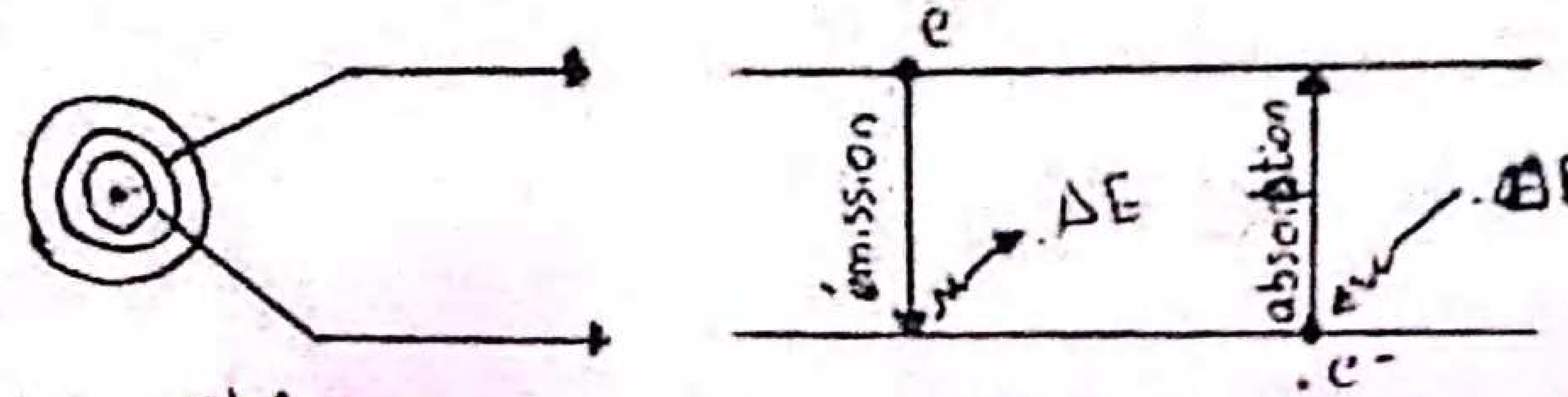
* Model de Rutherford :

deux forces : → force d'attraction (exterieur)
↘ force de centrefuge (interieur)

$F_a = \frac{-1}{4\pi \varepsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2}$

$F_c = \frac{-m_e v^2}{r}$

* Model de Bohr :



postulat 1 : L'electron occupe toujours des orbites bien déterminé.

postulat 2 : toute variation d'energie s'effectue par une transition electronique

postulat 3 : La différence d'energie entre deux niveau correspond a l'energie d'absorption ou d'émission.

$E_T = E_c + E_p$ | $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ | $E_p = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r}$

$\Delta E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ — h : Cte de planck $= 6{,}625 \cdot 10^{-34}$ J.s

$\Delta E = E_f - E_i > 0$ — ν : Fréquence du rayonnement émis ou absorbé

- L'état fondamental : l'e⁻ occupe une énergie minimale (n=1)
- L'atome est excité : l'e⁻ passe de l'état fondamental a une autre orbite exterieur (+ photon)
- L'atome subit une transition : l'e⁻ retombe sur une orbite inférieure (- photon)
- Le moment cinétique : $m v r = \frac{nh}{2\pi}$
  avec n : Le nombre quantique

n=1 : LYMAN
n=2 : BALMER
n=3 : PASCHEN
n=4 : BRACKETT
n=5 : PFUND

الشعاع	$\Rightarrow r_n = \underbrace{\frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m e^2}}_{0{,}53} \cdot \frac{n^2}{Z}$ (Å) ⇒ rayons des orbites, 1 Å $= 10^{-10}$ m $r_1 = 5{,}3 \cdot 10^{-11}$ m $= 0{,}53$ Å
السرعة	$\Rightarrow v_n = \underbrace{\frac{e^2}{2h\varepsilon_0}}_{2{,}19 \cdot 10^6} \cdot \frac{Z}{n}$ (m/s) ⇒ vitesse de l'e⁻ sur chaque orbite
الطاقة	$\Rightarrow E_n = \underbrace{\frac{-m e^4}{8\varepsilon_0^2 h^2}}_{-13{,}6} \cdot \frac{Z^2}{n^2}$ (eV) ⇒ énergie à chaque orbite

Remarques :

- **Energie d'excitation :** énergie nécessaire pour faire passer l'e^- de l'orbite $n = 1$ à $n > 1$
- **Energie d'ionisation :** Energie nécessaire pour faire passer l'e^- de l'orbite $n = 1$ à l'orbite infini $n = \infty$ ⇒ Arrachement
- **Les fréquences des séries de raies dans le spectre des ions hydrogénoïdes :**

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2}\right) \; ; \; n' > n$$

avec $p = n_i$; $n = n_f$

- **Le moment angulaire (L)**

$$L = m \cdot v \cdot r$$

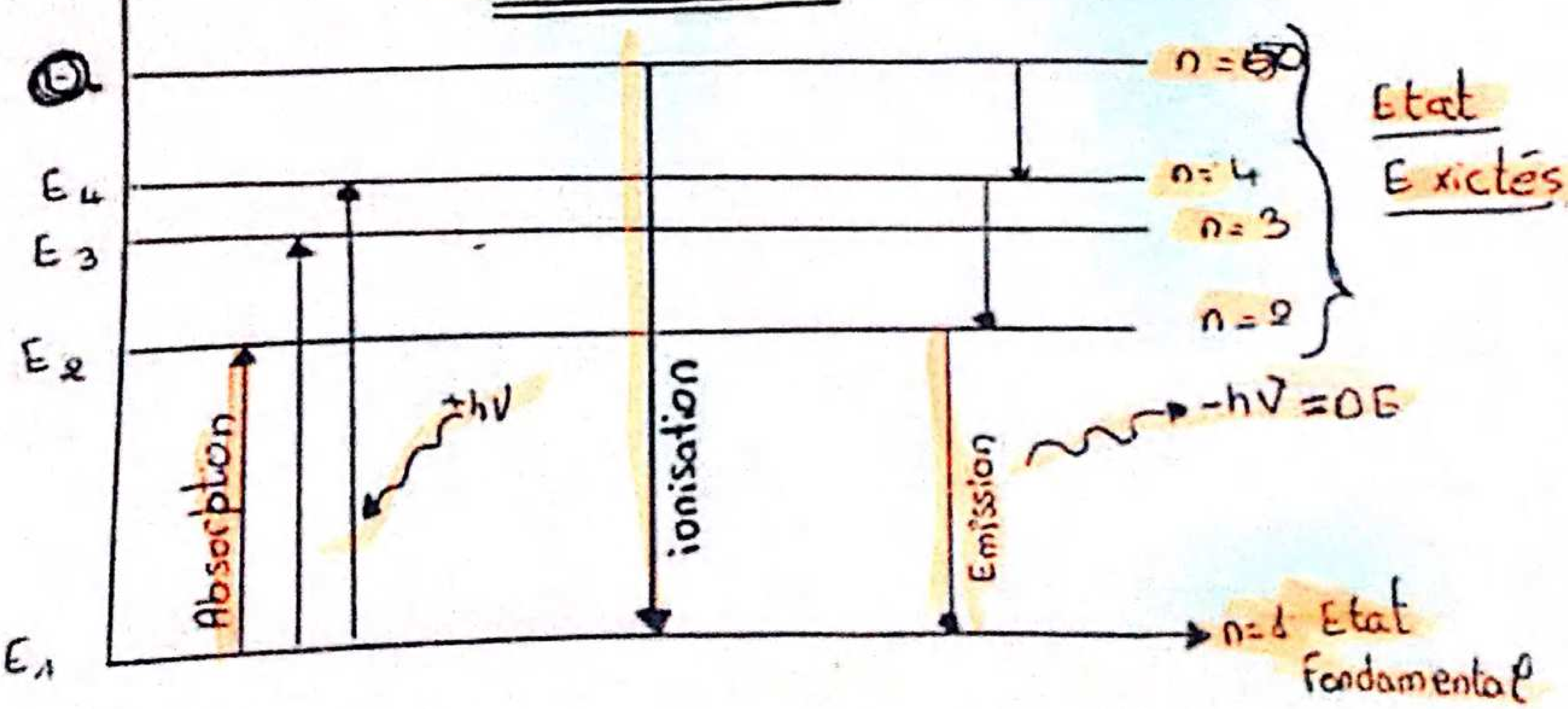
r : distance entre les deux orbites

$$L = n\hbar$$

n : Le nombre quantique

avec $\hbar = \frac{h}{2\pi}$

Diagramme énergetique d'une atome :



exosup.com page facebook

$N = 6,023.10^{23}$

$1 u.m.a = \frac{1}{N} = 1,6604.10^{-24} g$

$= 1,46 10^{-27} Kg$

$E = mc^2$ m/s

$1 MeV = 10^6 eV$

$1 eV = 1,602.10^{-19} J$

$1 U.m.a = 1,6604.10^{-24} g$

$\Delta E = 1,49 \times 10^{-10} J$

$\Delta E = \frac{1,49 \times 10^{-10}}{1,6 \times 10^{-19}}$

$E_{uma} = 1,49.10^{-10} J = 932 MeV$

ΔE ΔE

Vitesse de réaction est donnée par $V = -\frac{dN}{dt} = \lambda N$

$N = N_0 e^{\lambda t}$

Période $\Rightarrow T = \frac{\ln 2}{\lambda}$

si $t = T$ $N_t = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \ln \frac{1}{2} = -\lambda T$

---

remarque : $\frac{A-Z}{Z} \geq 1,5$ d'un élément $\Leftrightarrow$ une radio activité naturelle

$E_T = E_c + E_p$ avec $\begin{cases} E_p = -\dfrac{e^2 z}{4\pi\varepsilon_0 r} \\ E_c = \dfrac{1}{2} m v^2 \end{cases}$

$$E_T = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{e^2 z}{4\pi\varepsilon_0 r} \quad (*)$$

on sait que dans l'équilibre on trouve l'égalité suivant de les deux forces attraction et centrefuge $F_a = F_c$

avec $F_c = \dfrac{m v^2}{r}$ et $F_a = \dfrac{z}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{e^2}{r^2}$

donc
$$\frac{z}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r^2} = \frac{m v^2}{r} \Leftrightarrow m v^2 = \frac{z}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

on remplace $m v^2$ par sa valeur à $(*)$

$$E_T = \frac{1}{2}\left(\frac{z}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r}\right) - \frac{e^2 z}{r\, 4\pi\varepsilon_0} = \frac{z}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r}\left(\frac{1}{2} - 1\right)$$

$$E_T = -\frac{z}{8\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r}$$ ← en fonction de (r)

<u>en fonction de n</u>

on sait l'expression de moment cinétique $m v r = n \dfrac{h}{2\pi} \Leftrightarrow v = n \dfrac{h}{2\pi m r}$

$$\Leftrightarrow v^2 = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m^2 r^2}$$

et on sait que $m v^2 = \dfrac{z}{4\pi\varepsilon_0} \dfrac{e^2}{r}$

donc
$$\frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m r^2} = \frac{z}{4\pi\varepsilon_0} \frac{e^2}{r}$$

$$\frac{n^2 h^2}{\pi m r} = \frac{z e^2}{\varepsilon_0} \Leftrightarrow \pi m r z e^2 = n^2 h^2 \varepsilon_0$$

$$r = \frac{n^2 h^2 \varepsilon_0}{\pi m z e^2}$$

exosup.com
page facebook

Structure De L'atome En Mec Quantique

La relation de Broglie : — $\lambda = h/mv$

$E = h\nu$

$P = \frac{h}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{h}{P}$

mv : quantité de mouvement

λ : Longueur d'onde — h : Constante de Planck

Les nombres quantique :

* **Le nombre quantique principal :** définit la taille d'une OA [n]
شكل

* **Le nombre quantique secondaire :** determine le type d'OA [ℓ]
نوع

$0 \leq \ell \leq n-1$

ℓ	0	1	2	3
type d'OA	ns	np	nd	nf

* **Le nombre quantique magnétique :** détermine le nombre d'orientations possibles prises par l'orbite

$-\ell \leq m_n \leq \ell$

Le nombre quantique des spins : Détermine l'orientation de l'ē sur lui même

$n_s = \pm \frac{1}{2}$

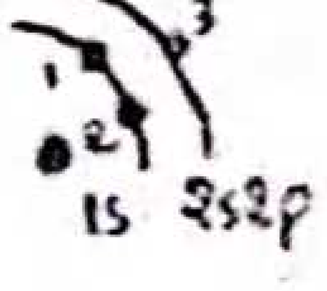
Règle de Slater :

Le num atomque effectif : $Z^*_i = Z - \Sigma \sigma_j$

avec σ : Cte d'écran que fait l'électron j à l'électron i

L'energie d'un électron : $E_{i(n,\ell)} = -13,64 \frac{(Z^*_i)^2}{n^2}$ (eV)

Exemple : pour $Li(Z=3)$: $1s^2 2s^1$



$Z^*_1 = Z - (\sigma_{1s/1s} + \sigma_{2s2p/1s})$

$E_1(Li) = -13,64 \cdot \frac{(Z^*_1)^2}{1^2}$

Régle de Klechkowsky — l'ordre de remplissage des couches et sous chouches

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d < 7p$

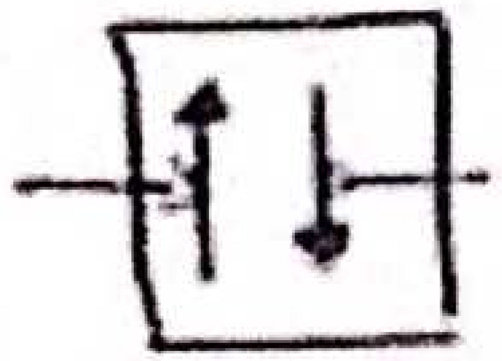
n :	1	2	3	4	5
Niveau de couche	K	L	M	N	O

Principe de Pauli :

Si n, l et m_l sont identiques pour deux e^-, on a obligatoirement

- $m_s = +1/2$ on note ↑ $m_s = -1/2$ on note ↓

On dit que ces $2e^-$ sont antiparallèles

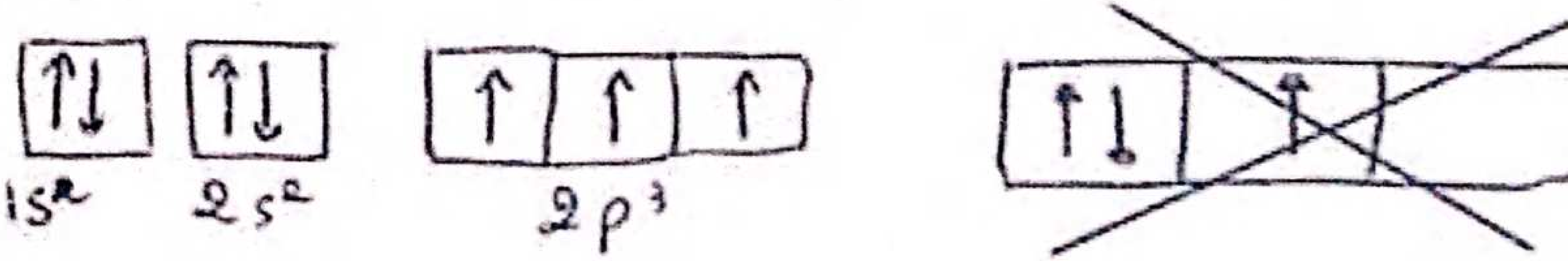
$n = 2 \mid l = 0 \mid m_l = 0 \mid m_s = +1/2$  $n = 2 \mid l = 0 \mid m_l = 0 \mid m_s = +1/2$

2s²

- définie par l : $2(2l+1)e^-$
- définie par n : $2n^2$ électrons

Règle de Hond :

N (Z = 7) $1s^2 2s^2 2p^3$



Principe d'incertitude d'heisenberg

$$\Delta x . \Delta P_x \geq \frac{h}{2\pi}$$

h = constante de Planck $\hbar = \frac{h}{2\pi}$

Δx : intcertitude sur la posicion

ΔP = incertitude sur la quantité de mouvement

puis $P_x = m V_x \Rightarrow \Delta P_x = \Delta V_x m$

donc $\Delta x . \Delta V_x \geq \frac{h}{2\pi m}$

Lors que m augmente $\frac{h}{2\pi m} \simeq 0$.

et $\Delta x \Delta V_x \simeq 0$

la probabilité

Soit dv un élement de volume compris entre deux sphères de rayon r et r+dr

on a $dP_{rad} = R^2(r)\, dv$ $\quad V = \frac{4\pi}{3} r^3$

$\Rightarrow dP_{rad} = R^2(r) \cdot 4\pi r^2 dr$ $\quad \boxed{dv = 4\pi r^2 dr}$

$\rightarrow \frac{dP_{rad}}{dr} = R^2(r)\, 4\pi r^2 \rightarrow D(r) = R^2\, 4\pi r^2$

---

c'est la condition de <u>normalisation</u>

$$P = \int_0^{\infty} |\psi|^2 dV = 1$$

symétrie sphérique
$V = \frac{4\pi}{3} r^3$